Maison passive en pin maritime du futur

Le programme « Maison passive en pin maritime du futur » permet de démontrer la faisabilité de la construction d'habitat bois très basse énergie en pin maritime, adapté aux conditions climatiques du sud-ouest de la France. En outre, ce programme se place dans une démarche de gestion durable, avec la prise en compte du confort d'hiver, mais aussi du confort d'été.

Pour contacter l'auteur :

Jean-Luc Kouyoumji
jean-luc.kouyoumji@fcba.fr

FCBA
Pôle Industries Bois Construction
Allée de Boutaut
BP 227
33028 Bordeaux Cedex
Tél : 05 56 43 63 45

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

Le projet « Maison passive en pin maritime du futur » a pour objet d'intégrer des systèmes constructifs innovants à base de bois sous climat atlantique chaud et humide. Les résultats sont publics et destinés à démontrer, sur un cas réel, l'efficacité de la gestion énergétique pour le respect des futures réglementations thermiques : RT 2012 et RT 2020. Ce projet a abouti sur la mise en chantier de deux logements au Taillan-Médoc (Gironde).

Pour la filière bois, le projet revêt un enjeu économique, sociétal et d'innovation. Il a permis d'initier et de faire émerger une filière bâtiment basse consommation en bois, en appui sur les connaissances scientifiques et les techniques capitalisées lors des développements.

Le projet se base sur les principes suivants :

– Conception énergétique du bâti, individuel, mitoyen, petit collectif, multi-niveaux
– Respect du multicritère constructif (feu, acoustique, mécanique…)
– Mise en œuvre de sur-isolation
– Exploitation des apports solaires
– Choix des composants d'enveloppe

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

– Gestion du confort d'été
– Suivi monitoré
– Enquête sur le ressenti psychosensoriel
– Travail sur le renouvellement d'air : utilisation de puits canadiens et de VMC double flux, si nécessaire
– Réalisation du prototype : deux logements dans un R+1 locatif.

La mise en chantier a dû faire face à la complexité, à la gestion, au suivi, à la mise en place et à l'implémentation des innovations.

- **Partenaires :** FCBA (Coordinateur Jean-Luc Kouyoumji), Gironde Habitat (OPAC), La Résinière (Constructeur), Laboratoire TREFLE, STEICO, Ecole d'Architecture et de paysage de Bordeaux

- **Financeurs :** FUI-Ministère de l'industrie, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Conseil régional d'Aquitaine

- **Partenaires contributeurs :** Smurfit Kappa Rol Pin, Menuiseries Grégoire, Isover, le Cluster Above, SOMFY, ALDES.

Préparation de la phase de conception

- **Cahier des charges**

En préalable à la tâche de conception, nous avons travaillé avec la maîtrise d'ouvrage à la définition du cahier des charges qui s'applique à la typologie des constructions destinées au locatif social, aux contraintes de site, au niveau de consommation, à l'utilisation du pin maritime...

Niveau Consommation

La maison passive a un objectif de consommation, au démarrage de l'étude. Nous avons choisi le standard allemand Passivhus avec un besoin en

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

thermique d'hiver de 15 kWh/m²/an. Par le décret du 15 mai 2007 et les travaux de l'association Effinergie, le label BBC (Bâtiment Basse Consommation) est fixé à 50 kWh/m²/an. Pour le BBC, la consommation est calculée avec la méthode réglementaire RT. Le projet devra donc présenter une consommation se rapprochant de 50 kWh/m²/an.

Localisation

Le projet doit répondre aux contraintes climatiques de l'Aquitaine, en termes de thermique d'hiver et de thermique d'été. Les modèles nord-européens ne peuvent pas être appliqués directement.

Utiliser le pin maritime

Le projet prévoit d'utiliser principalement le pin maritime comme matériau de construction : ossature bois, panneaux, matériaux fibreux d'isolation, menuiseries.

Création d'un marché pour le bois-construction

La réussite du projet pourra propulser la filière bois vers des applications innovantes. Pour cela, elle doit accomplir une structuration de l'offre bois-construction : produire des sciages adaptés à la MOB, fournir du bois sec, avec du stock et de la disponibilité.

La construction bois

En thermique d'hiver, les niveaux de consommations sont atteints facilement. La MOB se prête bien au principe de sur-isolation. Elle atteint des performances élevées, au standard BBC, pour une épaisseur de parois faible. A épaisseur égale, la paroi maçonnée est juste réglementaire. En revanche, la thermique d'été est le talon d'Achille de la construction bois, principalement par son manque d'inertie.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

Destination de l'ouvrage

Gironde Habitat est un OPAC d'HLM et le bâtiment construit sera destiné à la location. Par cette expérience, Gironde Habitat souhaite créer une gamme constructive reproductible. Notons qu'il ne sera pas possible d'imposer aux locataires de se soumettre à un mode d'emploi de l'habitation. Pour tout pilotage, il faudra recourir à des moyens automatisés sans intervention des occupants.

Echéances

Le projet étant prévu sur 3 ans, après identification d'un chantier, il faut aller vite : concevoir, construire puis analyser en 3 ans. Le chantier a été livré en décembre 2009.

Objectif de vulgarisation

Il faudrait que la maison passive devienne un standard pour un surcoût de 10 à 15 %.

Répartition des activités

Pour répondre au mieux au cahier de charges, nous avons segmenté la conception en approche multicritère avec l'architecture, la stabilité, l'énergie, l'économie et l'environnement à optimiser. Le choix des compositions multicritères est effectué par « test et erreur », en petites boucles au niveau des phases précoces de conception : entre architecture, conception énergétique et coût. Les autres critères sont approfondis dans un second temps, avec pour certains une finalité discriminante. En définitive, la démarche suivie pour la conception décrit une « spirale convergente ».

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

L'approche Architecture et Energie de la construction

Sur la base d'un projet défini par Gironde Habitat, l'EAP (Ecole d'architecture et de paysage) de Bordeaux, propose des modifications de volumes, des orientations, des choix de matériaux, des circulations, des aménagements et des principes constrictifs. Les propositions de l'EAP sont aussitôt évaluées du point de vue énergétique.

Le TREFLE participe à la conception du bâtiment en collaboration avec l'EAP. Il réalise l'optimisation et l'évaluation énergétique de la construction par calcul, par choix des équipements énergétiques, par choix des composants d'enveloppe, par la veille…

L'approche Conception constructive

FCBA participe à la conception du bâtiment, valide l'emploi de matériaux ou principes innovants, étudie la stabilité de la construction, réalise les plans de détails de la construction et prend en charge le DCE Bois : cahier des détails et CCTP marché travaux des parties spécifiques à l'emploi du bois.

Il est possible de tester des systèmes constructifs dans les laboratoires de FCBA. Il serait néanmoins préférable d'utiliser des produits connus techniquement, sous Avis technique, l'innovation consistant en la mise en œuvre dans un chantier bois. Il n'est cependant pas exclu de mettre au point de nouveaux procédés techniques et de les valider, avec éventuellement un ATEx ou un Dossier Technique.

L'approche Economie de la construction

Sur les aspects économie de la construction, les partenaires ont fait appel à un économiste afin de gérer les connaissances puis d'aider à la décision. La mission a été sous-traitée au Cabinet Michel Sarrazin. L'économiste est

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

chargé de la création d'une base de données sur le coût des technologies par unité de surface, la centralisation de la démarche économie de la construction et la mise en place de la méthode d'analyse économique. Le travail commence par une analyse économique de la filière.

L'approche Environnement

Les réflexions sur la conception et l'aide à la décision doivent prendre en compte l'impact environnemental de la construction et sa durée de vie, ainsi qu'une analyse globale qui mesure l'impact environnemental :

– des composants,
– de leur transport,
– de leur mise en œuvre,
– de leur entretien,
– de leur durée de vie.

L'impact environnemental sera traité en réalisant un Bilan Carbone® sur la construction et sur la durée de vie du bâtiment. FCBA développe depuis 5 ans, en partenariat avec des industriels et l'Ademe, le logiciel EcoMOB. Le principe consiste à entrer les caractéristiques des produits dans le programme et à structurer l'information utilisée. Le résultat calculé est le bilan en CO2 de la construction.

Trois grands thèmes ont nécessité la création de groupes de travail :

- **Groupe 1 : Intégration du pin maritime** avec La Résinière, l'Ecole d'architecture, FCBA, STEICO et l'économiste
- **Groupe 2 : Conception énergétique** avec TREFLE, l'Ecole d'architecture et FCBA

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

- **Groupe 3 : Economie de la construction** avec l'économiste, Gironde Habitat, La Résinière, STEICO, l'Ecole d'architecture et TREFLE

Outre les réunions plénières où l'ensemble des partenaires étaient invités à présenter leurs avancées, ces groupes de travail à effectif réduit ont permis une meilleure interaction. Au total, 65 réunions de suivi ont été nécessaires à la conduite du projet, jusqu'à la fin 2009.

Phase conception

La stratégie développée afin de répondre à l'ensemble des contraintes pour le choix des solutions constructives est représentée sur la Figure 1.

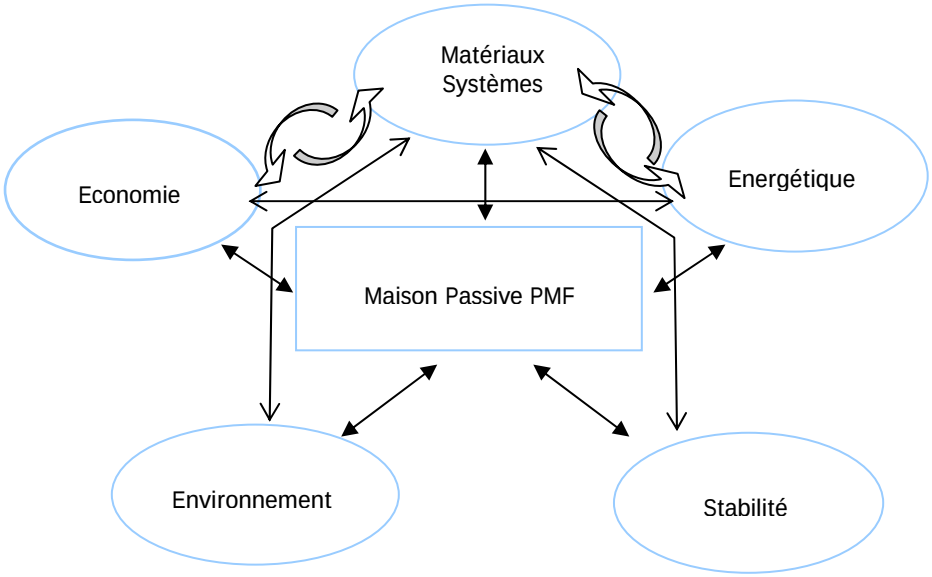

Figure 1 : Synoptique de conception multicritères

Les aspects architecturaux déterminent aussi bien les contraintes de stabilité que les choix énergétiques. Les contraintes économiques permettent d'identifier la composition qui présente le meilleur couple technico-économique. L'approche environnementale permet de qualifier les choix.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

- **Choix du chantier**

Dès la deuxième réunion, Gironde Habitat a proposé deux programmes pouvant servir à l'étude. Nous avons choisi de travailler sur un lotissement au Taillan-Médoc. Un bâtiment de deux logements mitoyens est dédié à l'étude. Le bâtiment test est composé de deux logements T4 en R+1 exposés sud-est (10°) d'environ 84 m² chacun. Le bâtiment est construit dans les mêmes conditions d'orientation et d'aménagement que plusieurs autres pouvant servir de bâtiment témoin.

Figure 2 : Vue projetée du lotissement de Taillan-Médoc : 42 logements en structure mixte bois et maçonnerie

Les contraintes et objectifs de la réalisation de ces bâtiments sont les suivants :

– Le bâtiment « maison passive » ne doit pas perdre de surface habitable par rapport au plan initial. Les cloisons peuvent dépasser l'épaisseur actuellement mentionnée sur les plans.
– Les techniques et les moyens utilisés dans la construction des logements doivent être reproductibles.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

– Le surcoût ne doit pas excéder 10 à 15 % du coût classique.
– Des solutions en pin maritime doivent être intégrées au projet.
– La construction doit répondre à des critères de confort adaptés au climat du sud-ouest.
– Le bâtiment doit être suivi en exploitation sur un an avec une enquête sur le ressenti des habitants.

Remarque :

Le projet concerne en priorité le bâtiment expérimental. Une gamme plus large de bâtiments sera étudiée. Elle permettra d'étendre les connaissances et les capacités de l'équipe de travail aux autres types de constructions les plus courantes en ossature bois :

– la maison individuelle,
– la maison individuelle R+1,
– le collectif en bande,
– le bâtiment multi-familles,
– le collectif concentré.

- **Choix des matériaux et des systèmes**

Afin d'aider à la prise de décision sur les solutions envisagées, un tableau a été réalisé en séance de brainstorming. Il regroupe les produits, les systèmes constructifs, les fournisseurs, le cadre réglementaire et le cadre normatif dans lequel ceux-ci pourraient être utilisés.

Pour hiérarchiser les solutions plus finement, l'ensemble des partenaires a « noté » selon une échelle de 1 à 5 : la note 1 représentant le produit disponible et utilisable à court terme, et la note 5 le produit non existant sur le marché et difficilement exploitable pour le projet.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

Produits	Fournisseurs et disponibilité	Cadrage normatif	Axes d'amélioration
Bois massif	**2**	**1** Certifications et normes produit	Problèmes de longueur et de rectitude au-delà de 2,50 m
Bois massif abouté	**3**	**2** En cours à FCBA, certification et NF 14 797	En recherche
Bois massif reconstitué (2 à 5 plis)	**3** Pas de fournisseurs en Aquitaine	**1** Norme française et certification	Problème au niveau du collage
Bois lamellé-cloué	**1-2**	**1** Norme européenne et certification	
Multipli collé	**4** Pas d'acteur local porteur de projet	**3** Pas de texte normatif collectif, seulement un Avis technique	
Multipli cloué	**2 – 3** Un ou deux acteurs disposant d'Avis techniques	**1** pour la solution en poutre **3** pour la solution en dalle	
Poutre en I	**4**	**2** Procédure d'Avis technique à lancer	Voir avec le BMA
Caissons collés	**5**	**2** Avis Technique	Problème de collage en grand format
LVL	**2**	**1** EN 14 374	Problème de longueur et de prix
Caissons assemblés mécaniquement	**3 - 4**	**1** si utilisé en poutre	Préfabrication possible
Contreplaqué	**1**	**1** Certification et norme	Matériau produit localement à base de pin maritime
OSB	**4**	**4**	Sans pin maritime
Panneau de particules	**1**	**1**	Une usine sur le massif landais

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

- **Inventaire des solutions constructives bois**

Un second travail destiné à rassembler les caractéristiques et les informations sur les solutions constructives bois a été réalisé à FCBA. Il permet de montrer, de façon quasi exhaustive, la capacité du bois et des matériaux à base de bois à être utilisés en construction. Les critères renseignés sont la description, les dimensions, la provenance, les syndicats professionnels, les fabricants, l'utilisation, les classes mécaniques, la normalisation, la certification, les caractéristiques comparatives, les impacts environnementaux. Les éléments suivants ont été étudiés :

– **Bois de structure :** bois massifs structuraux, bois lamellés-collés, bois massifs reconstitués, lamibois (LVL), poutres composites
– **Panneaux dérivés du bois :** panneaux contreplaqués, panneaux OSB, panneaux de particules, panneaux de fibres, bois panneautés
– **Matériaux isolants :** isolants minéraux, isolants plastiques alvéolaires, fibres de bois, laine de bois et liège expansé, autres isolants d'origine végétale, isolants d'origine animale
– **Systèmes constructifs :** ossatures bois et remplissage isolant standard, ossatures bois et bottes de paille, ossatures bois et chanvre banché, bois massifs empilés, murs en panneaux massifs

Un cahier de coupes de principes des parois et des liaisons structurales a été produit pour des parois de MOB sur-isolées avec 200 mm, 300 mm et 400 mm d'isolant.

- **Etude du cas de base**

Afin de comparer les variantes et d'identifier les améliorations, nous avons considéré le projet initial réalisé par l'atelier d'architecture Gorce comme version de base. Chaque variante est comparée par simulation afin d'en

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

mesurer l'amélioration. L'analyse porte sur l'énergie, l'acoustique, la thermique et l'économie.

A partir de cette première étude, l'Ecole d'architecture a proposé deux familles constructives : la famille « bois max » et la famille « inertie max ». Ainsi on différencie une solution dite « légère » en ossature bois et une solution dite « lourde » en bois lamellé-cloué.

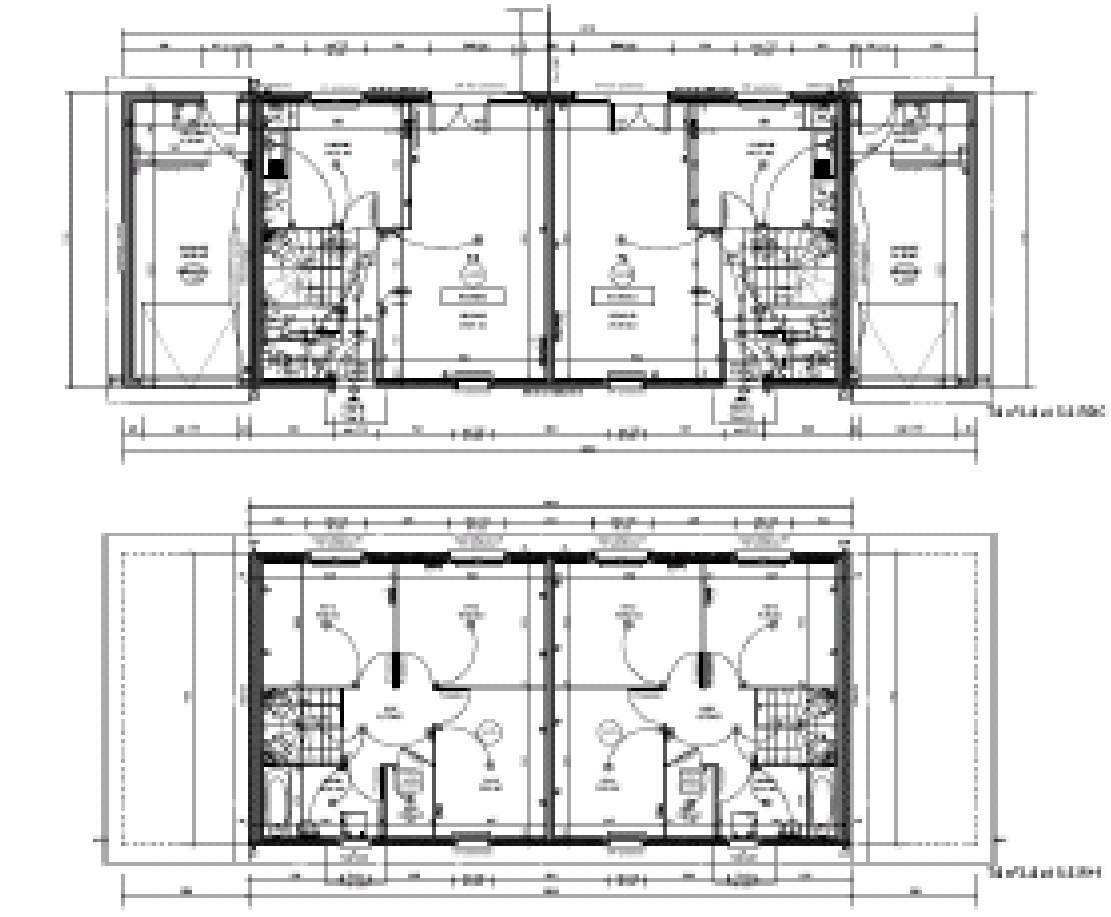

Figure 3 : Plans du projet Gorse initial

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

- **Calculs énergétiques et conception architecturale**

La stratégie de calcul mise en place commence par la réalisation d'une esquisse du projet, puis à le simuler avec un code de calculs dynamiques Pléiades & Comfie. Les résultats sont présentés en séance plénière et des modifications peuvent être demandées. Dans un second temps, le calcul réglementaire RT 2005 est réalisé. Enfin, une dernière étape d'affinage du calcul est prévue en phase de validation après l'étude des autres critères à respecter.

Levage des enveloppes et réalisation du plancher lamellé-cloué

Mesure de la perméabilité à l'air

Menuiseries avec volets de ventilation estival et bardages en grande longueur

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

Résultats

Les actions couplées entre esquisses architecturales, calculs énergétiques, faisabilité structurale et économie ont permis de converger vers deux choix architecturaux utilisant deux principes constructifs.

L'orientation des façades et la compacité du bâtiment ont été modifiées. Pour la thermique d'été il est prévu de réaliser un apport d'inertie dans les logements, d'utiliser des brise-soleil et d'organiser les volumes pour favoriser la ventilation traversante (horizontale et verticale).

Les interactions entre les différentes équipes sont actuellement très actives. Le rythme de l'activité est d'une réunion plénière tous les 15 jours et d'une réunion technique en petit groupe opérationnel par semaine.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

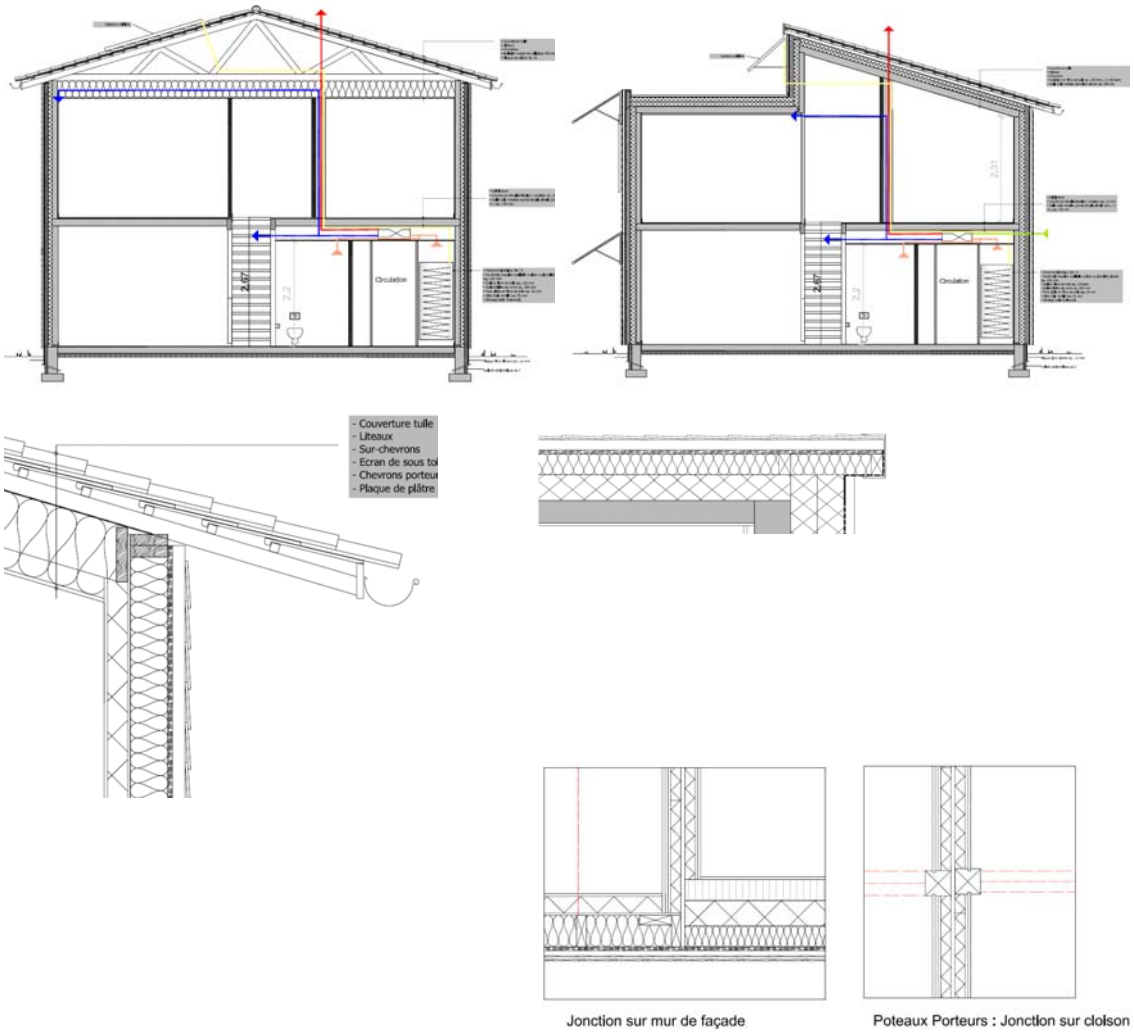

Figure 4 : Ensemble d'esquisses et de coupes de principe

– Les deux logements permettent de tester plusieurs combinaisons énergétiques et techniques : puits canadien, planchers massifs, ventilations naturelles traversantes…
– La configuration choisie – deux logements mitoyens – permet la validation des systèmes vis-à-vis du bruit aérien et du bruit d'impact, intégrant les transmissions latérales.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010

– Le projet a pour objet de rechercher des méthodes pertinentes permettant de répondre aux critères des constructions passives. La construction permet de valider les principes mis en œuvre par le monitoring sur une période d'un an d'une construction neuve prototype.
– Les deux logements sont instrumentés et serviront de laboratoire vivant, visant à valider la conception.

Copyright FCBA INFO, Juillet 2010